

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Автомобильные дороги»

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ

Практикум
для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2020

УДК 625.71.8:502(076.5)

ББК 39.311

О-86

С о с т а в и т е л и:

А. А. Куприянчик, С. Н. Соболевская, Е. П. Ходан

Р е ц е н з е н т ы:

главный научный сотрудник Государственного предприятия
«БелдорНИИ», профессор, доктор технических наук *В. Н. Яромко*;
кафедра геотехники и транспортных коммуникаций
УО «Брестский государственный технический университет»

**О-86 Отраслевая экология : практикум для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / сост.: А. А. Куприянчик, С. Н. Соболевская, Е. П. Ходан. – Минск : БНТУ, 2020. – 67 с.
ISBN 978-985-583-155-7.**

Практикум включает в себя указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Отраслевая экология» для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги». Приводятся общие положения по организации и выполнению лабораторных работ, а также требования к содержанию и оформлению отчета. В каждой работе приводятся основные положения из теории изучаемого вопроса и даются методики проведения испытаний.

УДК 625.71.8:502(076.5)

ББК 39.311

ISBN 978-985-583-155-7

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
<i>Лабораторная работа № 1</i> Определение массы выбросов загрязняющих веществ транспортным потоком автомобилей на автомобильной дороге.....	5
<i>Лабораторная работа № 2</i> Определение неорганизованного выброса пыли складом инертных материалов на асфальтобетонном заводе	21
<i>Лабораторная работа № 3</i> Определение выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива.....	27
<i>Лабораторная работа № 4</i> Определение организованного выброса загрязняющих веществ от сушильного барабана при работе АБЗ и определение платы за выбросы.....	47
<i>Лабораторная работа № 5</i> Определение зон рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере	52
<i>Лабораторная работа № 6</i> Определение шумовых характеристик транспортного потока	56
<i>Лабораторная работа № 7</i> Анализ экологического паспорта предприятия и раздела проекта «Охрана окружающей природной среды»	64
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	67

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время инженеру постоянно приходится принимать технические решения по производству работ в тесной увязке с обеспечением экологической безопасности дорожно-строительного процесса и автомобильной дороги, в целом. Поэтому знание основных законов экологии и положений отраслевой экологии, организации природоохранного процесса, является объективной и актуальной необходимостью в повседневной работе профессиональных специалистов дорожного хозяйства.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Отраслевая экология» для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги». Они содержат сведения, позволяющие оценивать и прогнозировать результаты инженерной деятельности с точки зрения отрицательного воздействия производства на окружающую среду, правильно оценивать экологическую обстановку в районе автомобильной дороги и на производственном предприятии, снижать энерго- и ресурсоемкость производства и технологий; проводить экологическую экспертизу предприятия.

Целью данного курса является получение студентами факультета транспортных коммуникаций знаний в области отраслевой экологии, а именно в правовых вопросах, охране воздушного и водного бассейна, нормировании загрязнений и оценки выбросов, контроле и мониторинге, налогах и платежах за пользование природными ресурсами.

В результате изучения дисциплины студент должен знать экологические проблемы дорожно-транспортного комплекса, пути совершенствования технологических процессов строительства, эксплуатации автомобильных дорог и производственных предприятий с целью снижения или исключения их влияния на природную среду, принципы рационального природопользования, нормативные документы и правовые аспекты в области охраны природы.

Лабораторная работа № 1
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ВЫБРОСОВ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ТРАНСПОРТНЫМ ПОТОКОМ АВТОМОБИЛЕЙ
НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ**

В автомобилях принято выделять три основных источника выбросов загрязнителей:

- продукты горения топлива;
- картерные газы;
- топливные испарения.

Из более чем 200 видов веществ-выбросов автомобильных двигателей к наиболее массовым относятся следующие газы: двуокись углерода – углекислый газ (CO_2); оксид углерода (CO); углеводороды (C_nH_m); оксиды азота (NO , NO_2) и сернистый газ (SO_2).

Примерное количество выбросов на 1 кг топлива приведено в табл. 1.1

Таблица 1.1

Количество выбросов автомобильных двигателей

Основные вещества продуктов сгорания	Количество выбросов (мг) на кг топлива	
	ДВС	Дизели
1. Углекислый газ, CO_2	2710	2780
2. Оксид углерода, CO	200	35
3. Углеводороды, C_nH_m	40	13
4. Оксиды азота, NO , NO_2	22	70
5. Сернистый газ, SO_2	2	10

В настоящее время в мировой практике не нормируются выделения углекислого газа, так как он нетоксичен, но его содержание в атмосфере контролируется. CO_2 отвечает за парниковый эффект. По данным статистики количество углекислого газа, выбрасываемое в воздух одним автомобилем за год в 4 раза превышает вес самого автомобиля.

Для части веществ, содержащихся в отработавших газах, по условию допустимой токсичности установлены санитарные нормы (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Предельно допустимые концентрации основных компонентов отработавших газов, мг/м³

№	Вещество	Концентрация		Класс опасности
		Максимально разовая	Средне-суточная	
1	Окись углерода, CO	5	3	4
2	Углеводороды, C _n H _m	5	1,5	4
3	Оксид азота, NO	0,6	0,06	3
4	Диоксид азота, NO ₂	0,085	0,04	2
5	Твердые частицы – сажа	0,15	0,05	3
6	Свинец, Pb	–	0,0003	1
7	Пыль	0,5	0,05	

При оценке общего действия различных видов выбросов обычно пользуются показателем удельной эквивалентной токсичности с приведением различных газов к наиболее массовому – окиси углерода. Приведение осуществляется пропорционально токсичности через нормативное значение ПДК.

В проектной документации следует устанавливать расчетным путем распространение в стороны от дороги наиболее вредных видов загрязнений, поступающих в существенном количестве: окиси углерода, углеводородов, окислов азота, соединений свинца, пыли от загрязнения и износа покрытий, транспортного шума. На основе расчетов, следует определять уровни загрязнения на различных расстояниях от дороги, строить соответствующие графики.

Методика расчета выброса оксида углерода, углеводородов, оксида азота и серы, сажи, свинца

1. Легковые автомобили

1.1. Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении по территории населенных пунктов M_{1ij} , рассчитывается по формуле:

$$M_{1ij} = m_{1ij}L_{1j}K_r 10^{-6}, \text{ Т}, \quad (1.1)$$

где m_{1ij} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем с двигателем j -го рабочего объема, г/км (табл. 1.3);

L_{1j} – суммарный пробег легковых автомобилей с двигателями j -го рабочего объема по территории населенных пунктов; км (суммарный пробег может определяться на основании данных учета (отчетности) или обработки результатов выборочных обследований (опросов);

K_r – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл. 1.4). Значения K_r зависят от типа населенного пункта, в котором эксплуатируется автомобиль.

Таблица 1.3

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении по территории населенных пунктов

Рабочий объем двигателя, л	Пробеговый выброс m_{1ij} , г/км						
	СО	СН	NO ₂	С	SO ₂	Pb	
						А-76	АИ-93
менее 1,3	11,4	2,1	1,3	0	0,052	0,008	0,017
1,3–1,8	13	2,6	1,5	0	0,076	0,011	0,025
1,8–3,5	14	2,8	2,7	0	0,096	0,014	0,031

Примечания: 1. Токсичность отработавших газов при работе двигателя на сжиженном нефтяном газе принимается равной токсичности отработавших газов при работе двигателя на бензине, выбросы соединений свинца отсутствуют.

2. Расчет выбросов соединений свинца выполняется только для регионов, где используется этилированный бензин. При отсутствии данных о распределении автомобилей, работающих на бензине АИ-93 и А-76, принимается соотношение: 60 % – АИ-93, 40 % – А-76.

Таблица 1.4

Значения K_r в зависимости от типа населенных пунктов

Тип населенных пунктов	Значение K_r					
	СО	СН	NO ₂	С	СО ₂	Рb
Города с числом жителей более 1 млн чел.	1,0	1,0	1,0	0	1,25	1,25
Города с числом жителей от 100 тыс. чел. до 1 млн чел.	0,87	0,92	0,94	0	1,15	1,15
Города с числом жителей от 30 до 100 тыс. чел.	0,7	0,79	0,81	0	1,05	1,05
Прочие населенные пункты	0,41	0,59	0,6	0	1,00	1,00

1.2. Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным рабочим объемом двигателя при движении вне населенных пунктов M_{2ij} – рассчитывается по формуле:

$$M_{2ij} = m_{2ij} L_{2j} 10^{-6}, \text{ Т}, \quad (1.2)$$

где m_{2ij} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем с двигателем j -го рабочего объема, г/км (табл. 1.5);

L_{2j} – суммарный пробег при движении вне населенных пунктов, км.

Таблица 1.5

**Пробеговые выбросы загрязняющих веществ
легковыми автомобилями при движении
вне территории населенных пунктов**

Рабочий объем двигателя, л	Пробеговой выброс m_{2ij} , г/км						
	СО	СН	NO ₂	С	SO ₂	Pb	
						А-76	АИ-93
менее 1,3	4,8	1,2	2,3	0	0,052	0,008	0,017
1,3–1,8	5,5	1,5	2,7	0	0,076	0,011	0,025
1,8–3,5	6,0	1,6	4,0	0	0,096	0,014	0,031

Примечание: 1. Токсичность отработавших газов при работе двигателя на сжиженном нефтяном газе принимается равной токсичности отработавших газов при работе двигателя на бензине, выбросы соединений свинца отсутствуют.

2. Расчет выбросов соединений свинца выполняется только для регионов, где используется этилированный бензин. При отсутствии данных о распределении автомобилей, работающих на бензине АИ-93 и А-76, принимается соотношение: 60 % – АИ-93, 40 % – А-76.

1.3. Суммарный массовый выброс i -го загрязняющего вещества легковыми автомобилями определяется по формуле:

$$M_{li} = \sum_{j=1}^3 (M_{1ij} + M_{2ij}) \cdot K_{Ti}, \quad \text{Т}, \quad (1.3)$$

где K_{Ti} , г – коэффициент, учитывающий влияние технического автомобиля на массовый выброс i -го загрязняющего вещества ($K_{T_{CO}} = 1,75$; $K_{T_{CH}} = 1,48$; $K_{T_{NO_2}} = 1,0$; $K_{T_{SO_2}} = 1,15$; $K_{T_{Pb}} = 1,15$).

При отсутствии данных о распределении пробега автомобилей в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автомобилей L_j , пробег L_{1j} и L_{2j} определяется по формулам:

– легковые автомобили, принадлежащие индивидуальным владельцам:

в городах:

$$L_{1j} = 0,6 \cdot L_j$$

$$L_{2j} = 0,4 \cdot L_j;$$

в сельской местности:

$$L_{1j} = 0,3 \cdot L_j$$

$$L_{2j} = 0,7 \cdot L_j$$

– легковые автомобили, принадлежащие предприятиям и организациям:

в городах:

$$L_{1j} = 0,9 \cdot L_j;$$

$$L_{2j} = 0,1 \cdot L_j;$$

в сельской местности:

$$L_{1j} = 0,3 \cdot L_j;$$

$$L_{2j} = 0,7 \cdot L_j.$$

2. Грузовые автомобили

2.1. Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми (специальными) автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении по территории населенных пунктов M_{1iks} рассчитывается по формуле:

$$M_{1iks} = m_{1iks} \cdot L_{1ks} \cdot K_{ris} \cdot K_{nis} \cdot 10^{-6}, \quad (1.4)$$

где m_{1iks} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества грузовым автомобилем k -той грузоподъемности с двигателем s -го типа, г/км (табл. 1.6);

L_{1ks} – суммарный пробег по территории населенных пунктов грузовых автомобилей k -той грузоподъемности с двигателями s -го типа, км;

K_{ris} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл. 1.7).

K_{nis} – коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега (табл. 1.8, 1.9).

Таблица 1.6

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ
при движении грузовых автомобилей
по территории населенных пунктов

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Пробеговой выброс m_{1iks} , Г/км					
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb
0,5–2,0	Б	22	3,4	2,6	0	0,13	0,019
2,0–5,0	Б	52,6	4,7	5,1	0	0,16	0,023
	Г	26,8	2,7	5,1	0	0,14	0
	Д	2,8	1,1	8,2	0,5	0,96	0
5,0–8,0	Б	73,2	5,5	9,2	0	0,19	0,029
	Г	37,4	4,4	9,2	0	0,17	0
	Д	3,2	1,3	11,4	0,8	1,03	0
8,0–16,0	Б	97,0	8,2	10,0	0	0,26	0,038
	Д	3,9	1,6	13,4	1,0	1,28	0
более 16, 0	Д	4,5	1,8	16,4	1,1	1,47	0

Примечание: Б – бензиновый, Д – дизельный, Г – газовый (сжатый газ).

1. Токсичность отработавших газов при работе двигателя на сжиженном нефтяном газе принимается равной токсичности отработавших газов при работе двигателя на бензине, выбросы свинца отсутствуют.

2. Выбросы свинца рассчитываются только при использовании этилированного бензина.

Таблица 1.7

Значения K_{ris} в зависимости от типа населенного пункта

Тип населенных пункта (НП), число жителей	Значение K_{ris}								
	СО		СН		NO ₂		С	SO ₂	Pb
	Б, Г	Д	Б, Г	Д	Б, Г	Д	Д	Б, Г, Д	Б
Город, более 1 млн чел.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25	1,2
Город, 100 тыс.–1 млн чел.	0,89	0,95	0,85	0,93	0,79	0,92	0,8	1,15	1,15
Город, 30–100 тыс. чел.	0,74	0,83	0,70	0,80	0,69	0,82	0,5	1,05	1,05
Прочие НП	0,58	0,64	0,50	0,60	0,6	0,7	0,3	1,0	1,0

Таблица 1.8

Значения K_{nis} для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности, γ	Значение K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега, β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
СО	<0,2	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
	0,2–0,4	0,56	0,58	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70
	0,4–0,6	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80
	0,6–0,8	0,64	0,68	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90
	0,8–1,0	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,95	1,00
СН	<0,2	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84
	0,2–0,4	0,81	0,83	0,83	0,85	0,86	0,86	0,88
	0,4–0,6	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92
	0,6–0,8	0,85	0,87	0,88	0,91	0,92	0,94	0,96
	0,8–1,0	0,87	0,89	0,91	0,94	0,96	0,98	1,00

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности, γ	Значение K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега, β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
NO ₂	<0,2	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56
	0,2–0,4	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67
	0,4–0,6	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,78
	0,6–0,8	0,62	0,67	0,71	0,76	0,80	0,84	0,89
	0,8–1,0	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00
SO ₂	<0,2	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05
	0,2–0,4	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16
	0,4–0,6	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,24	1,27
	0,6–0,8	1,15	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38
	0,8–1,0	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49
Pb	<0,2	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,0
	0,2–0,4	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16
	0,4–0,6	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,24	1,27
	0,6–0,8	1,15	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38
	0,8–1,0	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49

Таблица 1.9

Значения K_{nis} для грузовых автомобилей
с дизельными двигателями

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности, γ	Значение K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега, β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
CO	<0,2	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
	0,2–0,4	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68
	0,4–0,6	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,76	0,78
	0,6–0,8	0,64	0,68	0,72	0,77	0,81	0,86	0,89
	0,8–1,0	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,96	1,00

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности, γ	Значение K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега, β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
СН	<0,2	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68
	0,2–0,4	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
	0,4–0,6	0,70	0,72	0,74	0,76	0,79	0,81	0,84
	0,6–0,8	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,92
	0,8–1,0	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,95	1,00
NO ₂	<0,2	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77
	0,2–0,4	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,8	0,81
	0,4–0,6	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87
	0,6–0,8	0,81	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93
	0,8–1,0	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00
С	<0,2	0,25	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38
	0,2–0,4	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
	0,4–0,6	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58
	0,6–0,8	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75
	0,8–1,0	0,60	0,66	0,73	0,80	0,86	0,93	1,00
SO ₂	<0,2	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06
	0,2–0,4	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18
	0,4–0,6	1,12	1,15	1,18	1,20	1,23	1,26	1,29
	0,6–0,8	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,37	1,41
	0,8–1,0	1,21	1,26	1,32	1,37	1,42	1,48	1,53

Примечание:

1. При отсутствии данных о фактических значениях принимается:
– для городских перевозок и перевозок сельскохозяйственных грузов $\gamma = 0,6–0,8$; $\beta = 0,5$;

– для междугородных перевозок $\gamma = 0,8–1,0$; $\beta = 0,70$.

2. Выбросы свинца рассчитываются только при использовании этилированного бензина.

2.2. Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми (специальными) автомобилями с определенной грузоподъемностью и ти-

пом двигателя при движении вне населенных пунктов рассчитывается по формуле:

$$M_{2iks} = m_{2iks} \cdot L_{2ks} \cdot K_{ris} \cdot K_{nis} \cdot 10^{-6}, \quad (1.5)$$

где m_{2iks} – пробеговой выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями k -той грузоподъемности с двигателями s -го типа, г/км (табл. 1.10);

L_{2ks} – суммарный пробег при движении вне населенных пунктов, км;

K_{nis} – коэффициент, учитывающий изменение выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега (см. табл. 1.8, 1.9).

Таблица 1.10

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями при движении вне населенных пунктов

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Пробеговой выброс m_{2iks} , г/км					
		СО	СН	NO ₂	С	SO ₂	Pb
0,5–2,0	Б	15,2	1,9	2,1	0	0,13	0,019
2,0–5,0	Б	26,3	2,6	4,1	0	0,16	0,023
	Г	13,1	1,5	4,1	0	0,14	0
	Д	2,5	0,8	6,9	0,1	0,96	0
5,0–8,0	Б	40,8	4,1	8,0	0	0,19	0,029
	Г	20,2	2,4	8,0	0	0,17	0
	Д	2,6	1,2	9,1	0,2	1,03	0
8,0–16,0	Б	50,5	4,5	8,5	0	0,26	0,038
	Д	3,2	1,4	10,7	0,2	1,28	0
более 15,0	Д	3,6	1,5	13,1	0,3	1,47	0

Примечание: Б – бензиновый, Д – дизельный, Г – газовый (сжатым газ).

1. Токсичность отработавших газов при работе двигателя на сжиженном нефтяном газе принимается равной токсичности отработавших газов при работе двигателя на бензине.

2. Выбросы свинца рассчитываются только при использовании этилированного бензина.

2.3. Суммарный массовый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями $M_{\Gamma i}$ определяется по формуле:

$$M_{\Gamma i} = \sum_{k=1}^5 \sum_{s=1}^2 (M_{1iks} + M_{2iks}) \cdot K_{Tis}, \quad \text{Т}, \quad (1.5)$$

где K_{Tis} – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автомобилей на массовый выброс i -го загрязняющего вещества для s -го типа двигателя.

Для грузовых автомобилей:

– с бензиновыми и газовыми двигателями

$$K_{\text{Tco}} = 2,0, \quad K_{\text{ТCH}} = 1,83, \quad K_{\text{ТNO}_2} = 1,0, \quad K_{\text{ТSO}_2} = 1,15, \quad K_{\text{ТPb}} = 1,15;$$

– для автомобилей с дизельными двигателями

$$K_{\text{Tco}} = 1,6, \quad K_{\text{ТCH}} = 2,1, \quad K_{\text{ТNO}_2} = 1,0, \quad K_{\text{ТSO}_2} = 1,9, \quad K_{\text{ТPb}} = 1,15.$$

При отсутствии данных о распределении пробега грузовых автомобилей в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автомобиля L_{ks} пробег L_{1ks} и L_{2ks} определяется по формулам:

$$\text{городские перевозки } L_{1ks} = 0,9 \cdot L_{ks}; \quad L_{2ks} = 0,1 \cdot L_{ks};$$

$$\text{прочие перевозки } L_{1ks} = 0,2 \cdot L_{ks}; \quad L_{2ks} = 0,8 \cdot L_{ks}.$$

3. Автобусы

3.1. Массовый выброс загрязняющих веществ междугородными, пригородными и туристическими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов M_{lims} рассчитывается по формуле:

$$M_{lims} = m_{lims} \cdot L_{1ms} \cdot K_{ris} \cdot K_{His} \cdot 10^{-6}, \quad \text{Т}, \quad (1.6)$$

где m_{lims} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами m -ого класса с двигателями s -го типа, г/км (табл. 1.11);

L_{1ms} – суммарный пробег по территории населенных пунктов автобусов m -ого класса с двигателями s -го типа, км;

K_{ris} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл. 1.12);

K_{His} – коэффициент, учитывающий изменение выброса от вида перевозок и типа двигателя автобуса (табл. 1.13).

3.2. Массовый выброс загрязняющих веществ маршрутными городскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов M_{2ims} рассчитывается по формуле:

$$M_{2ims} = K_p \cdot m_{lims} \cdot L_{2ms} \cdot K_{ris} \cdot K_{His} \cdot 10^{-6}, \text{ Т}, \quad (1.7)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий изменения выбросов загрязняющих веществ при движении маршрутных городских автобусов по территории населенных пунктов (для CO, CH, NO₂, C: $K_p = 1,4$; для SO₂, Pb: $K_p = 1,1$);

L_{2ms} – суммарный пробег по территории населенных пунктов маршрутных городских автобусов m -ого класса с двигателями s -то типа, км.

Таблица 1.11

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении автобусов по территории населенных пунктов

Класс автобуса (L – габаритная длина)	Тип двигателя	Пробеговый выброс m_{lims}					
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb
Особо малый $L < 5$	Б	13,5	2,9	3,0	0	0,09	0,031
Малый $6,0 < L < 7,5$	Б	44,0	3,4	6,1	0	0,18	0,028
Средний $8,0 < L < 9,5$	Б	67,1	5,0	9,9	0	0,25	0,037
	Д	4,5	1,4	9,1	0,8	0,90	0
Большой $10,5 < L < 12$	Б	104,0	7,7	10,4	0	0,32	0,047
	Д	4,9	1,6	10,0	1,0	1,23	0
Особо большой $L > 12$	Д	5,0	1,6	11,0	1,1	1,65	0

Примечание: Б – бензиновый, Д – дизельный.

Таблица 1.12

Значения K_{ris} в зависимости от типа населенного пункта

Тип населенного пункта (НП), число жителей	Значения K_{ris}								
	СО		СН		NO ₂		С	SO ₂	Pb
	Б	Д	Б	Д	Б	Д	Д	Б, Г, Д	Б
Город, более 1 млн чел,	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25	1,25
Город, 100 тыс.–1 млн чел,	0,89	0,95	0,85	0,93	0,79	0,92	0,8	1,15	1,15
Город, 30–100 тыс. чел,	0,74	0,83	0,7	0,8	0,69	0,82	0,5	1,05	1,05
Прочие НП	0,58	0,64	0,5	0,6	0,6	0,7	0,3	1,00	1,00

Таблица 1.13

Значения K_{His} в зависимости от вида перевозок и типа двигателя

Вид перевозок	Тип двигателя	Значения K_{His}					
		СО	СН	NO ₂	С	SO ₂	Pb
Городские и пригородные	Б	0,9	0,96	0,89	0	1,3	1,3
	Д	0,89	0,92	0,93	0,75	1,3	0
Междугородные и туристские	Б	0,7	0,88	0,67	0	1,1	1,1
	Д	0,68	0,76	0,81	0,44	1,1	0

3.3. Массовый выброс загрязняющих веществ автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении вне населенных пунктов M_{3ims} рассчитывается по формуле:

$$M_{3ims} = m_{2ims} \cdot L_{3ms} \cdot K_{His} \cdot 10^{-6}, \text{ т}, \quad (1.8)$$

где m_{2ims} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами i -ого класса с двигателями s -го типа, г/км (табл. 1.14);

L_{3ms} – суммарный пробег при движении вне населенных пунктов, км.

Таблица 1.14

Пробеговый выброс загрязняющих веществ автобусами при движении вне населенных пунктов

Класс автобуса (L-габаритная длина, м)	Тип двигателя	Пробеговые выбросы m_{2ims} , г/км					
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	Pb
Особо малый $L < 5$	Б	6,0	1,6	4,0	0	0,09	0,031
Малый $6,0 < L < 7,5$	Б	24,0	2,3	5,0	0	0,18	0,028
Средний $8,0 < L < 9,5$	Б	34,0	3,9	8,2	0	0,25	0,037
	Д	3,3	1,2	8,0	0,2	0,90	0
Большой $10,5 < L < 12$	Б	42,0	4,6	9,5	0	0,32	0,047
	Д	3,5	1,3	18,0	0,2	1,23	0
Особо большой $L > 12$	Д	3,6	1,3	18,8	0,3	1,65	0

Примечание: Б – бензиновый, Д – дизельный.

3.4. Суммарный массовый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами M_{Ai} определяется по формуле:

$$M_{Ai} = \sum_{m=1}^5 \sum_{s=1}^2 (M_{1ims} + M_{2ims} + M_{3ims}) \cdot K_{Tis}, \text{ Т.} \quad (1.9)$$

Для автобусов с бензиновыми двигателями $K_{T_{CO}} = 2,0$; $K_{T_{CH}} = 1,83$; $K_{T_{NO_2}} = 1,0$, $K_{T_{SO_2}} = 1,15$, $K_{T_{Pb}} = 1,15$ (для особо малого класса $K_{T_{CO}} = 1,75$; $K_{T_{CH}} = 1,48$; $K_{T_{NO_2}} = 1,0$);

Для автобусов с дизельными двигателями $K_{T_{CO}} = 1,6$; $K_{T_{CH}} = 2,1$; $K_{T_{NO_2}} = 1,0$; $K_{T_{SO_2}} = 1,9$; $K_{T_{Pb}} = 1,15$.

При отсутствии данных о распределении пробега автобусов в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автобусов L_{ms} пробег L_{1ms} , L_{2ms} и L_{3ms} определяется по формулам:

городские перевозки:

$$L_{2ms} = L_{ms};$$

пригородные, туристские перевозки:

$$L_{1ms} = 0,7 \cdot L_{ms};$$

$$L_{3ms} = 0,3 \cdot L_{ms};$$

междугородные перевозки:

$$L_{1ms} = 0,2 \cdot L_{ms};$$

$$L_{3ms} = 0,8 \cdot L_{ms};$$

перевозки в сельской местности:

$$L_{1ms} = 0,3 \cdot L_{ms};$$

$$L_{3ms} = 0,7 \cdot L_{ms}.$$

Лабораторная работа № 2
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОРГАНИЗОВАННОГО
ВЫБРОСА ПЫЛИ СКЛАДОМ ИНЕРТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННОМ ЗАВОДЕ**

Неорганизованные выбросы – выбросы в виде ненаправленных потоков, возникающих в местах разгрузки, перевалки, загрузки или хранения пылящего материала. На АБЗ неорганизованные выбросы пыли образуются при ссыпке, перевалке, перемещении, сортировке сыпучих материалов на складе инертных материалов, а также при загрузке материалов в бункера, дозаторы и перегрузке на транспортерах за счет негерметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы средств пылеподавления.

Склады инертных материалов на АБЗ принято рассматривать как равномерно распределенные источники пылевыведения.

Общий выброс пыли для них можно определить по формуле:

$$Q = A + B = \frac{K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_7 K_8 \sigma 10^6}{3600} + K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 q F, \text{ г/с}, \quad (2.1)$$

где A – выбросы пыли при переработке (ссыпка, перевалка, перемещение и др.) материала, г/с;

B – выбросы при статическом хранении материала, г/с;

K_1 – коэффициент, учитывающий массовую долю пылевой фракции в материале. Определяется как массовая доля содержания фракции пыли размером 0–200 мкм в материале путем отмывки и просева пробы. При отсутствии лабораторных данных, коэффициент может быть принят по табл. 2.1;

K_2 – коэффициент, учитывающий массовую долю содержания в пыли частиц диаметром до 50 мкм переходящих в аэрозоль. При отсутствии лабораторных данных, коэффициент может быть принят по табл. 2.1;

K_3 – коэффициент, учитывающий местные метеоусловия (скорость ветра) (табл. 2.2);

K_4 – коэффициент, учитывающий тип склада и защищенность его от внешних воздействий (табл. 2.3);

K_5 – коэффициент, учитывающий влажность материала (табл. 2.4);

K_6 – коэффициент, учитывающий профиль поверхности складированного материала и определяемый как отношение $F_{\text{факт}}/F$. Значение коэффициента находится в пределах 1,3–1,6 и зависит от крупности материала и угла естественного откоса материала;

K_7 – коэффициент, учитывающий крупность перерабатываемого материала (табл. 2.5);

K_8 – коэффициент, учитывающий высоту пересыпки материала (табл. 2.6);

$F_{\text{факт}}$ – фактическая поверхность материала с учетом формы штабеля, м²;

F – поверхность пыления в плане (площадь склада), м²;

q – унос пыли с 1 м² фактической поверхности склада. Принимается по табл. 2.7, г/м²с;

σ – суммарное количество перерабатываемого материала, т/ч.

Таблица 2.1

Значения коэффициентов K_1 и K_2

Перерабатываемый материал	Плотность, г/см ³	K_1	K_2
Мергель	2,7	0,05	0,02
Клинкер	3,2	0,01	0,003
Керамзит	2,5	0,06	0,02
Цемент	3,1	0,04	0,03
Известняк	2,7	0,04	0,02
Огарки	3,9	0,04	0,03
Глина	2,7	0,05	0,02
Мрамор	2,8	0,04	0,06
Шлак	3,0	0,05	0,02
Смесь песка и известняка	2,6	0,05	0,01
Песчаник	2,65	0,04	0,01
Гранит	2,8	0,02	0,04
Гнейсы	2,9	0,05	0,02
Трепел		0,04	0,008
Песок	2,6	0,05	0,03
Щебень		0,01	0,01
Доломит	2,7	0,05	0,01
Зола	2,5	0,06	0,04

Таблица 2.2

Зависимость величины K_3 от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	K_3
До 2	1,0
5	1,2
7	1,4
10	1,7
12	2,0
14	2,3
16	2,6
18	2,8
До 20 и выше	3,0

Таблица 2.3

Зависимость величины K_4 от типа склада

Местные условия	K_4
Склады, хранилища открытые:	
а) с 4-х сторон	1,0
б) с 3-х сторон	0,5
в) с 2-х сторон полностью и с 2-х сторон частично	0,3
г) с 2-х сторон	0,2
д) с одной стороны	0,1
Загрузочный рукав	0,01
Склад закрыт с 4-х сторон	0,005

Таблица 2.4

Зависимость величины K_5 от влажности материала

Влажность, %	K_5
0–0,5	1,0
3	0,9
5	0,8

Окончание табл 2.4

Влажность, %	K_5
7	0,6
8	0,4
9	0,2
10	0,1
Свыше 10,0	0,01

Таблица 2.5

Зависимость величины K_7 от крупности материала

Влажность, %	K_7
Более 500	0,1
500–100	0,2
100–50	0,4
50–10	0,5
10–5	0,6
5–3	0,7
3–1	0,8
Менее 1	1,0

Таблица 2.6

Зависимость величины K_8 от высоты пересыпки материала

Высота падения материала	K_8
До 0,5	0,4
1,0	0,5
1,5	0,6
2,0	0,7
4,0	1,0
6,0	1,5
8,0	2,0
10,0	2,5

Таблица 2.7

Значение q при $K_3 = K_5 = 1$

Складируемый материал	$q, \text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
Дробленый мергель, известняк, цемент	0,003
Щебенка, песок, кварц	0,002
Клинкер, шлак	0,002
Глинистые материалы (сухие)	0,004
Песчаник, известь, хвосты асбестовых фабрик	0,005
Уголь, гипс, мел	0,005

Для большей наглядности расчетов рекомендуется значения параметров, входящих в формулу 2.1, свести в табл. 2.9

Валовый выброс пыли за год от склада инертных материалов можно определить по формуле:

$$Q_{\text{г}} = \frac{3600 \cdot T \cdot \leq t}{10^6}, \text{ т}, \quad (2.2)$$

где T – продолжительность работы склада в год, дней;

t – продолжительность работы склада в сутки, ч.

Задание. Определить неорганизованный валовый выброс пыли в атмосферный воздух от работы склада инертных материалов на АБЗ при следующих исходных данных (табл. 2.7).

Таблица 2.8

Исходные данные

Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Наименование материала в штабеле		
			песок	щебень	гравийный
Количество перерабатываемого материала	σ	т/ч			
Крупность материала	d	мм			

Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Наименование материала в штабеле		
			песок	щебень	гравийный
Влажность материала	W	%			
Содержание пыли в материале	K_1	Доля по массе			
Содержание частиц до 50 мкм в пыли	K_2	Доля по массе			
Скорость ветра	V_v	м/с			
Тип склада материала					
Фактическая поверхность штабеля материала с учетом его рельефа	$F_{\text{факт}}$	м ²			
Поверхность пыления в плане (площадь склада)	F	м ²			
Высота падения материала	H	м			
Продолжительность работы склада в год	T	день			
Тоже в сутки	t	час			

Таблица 2.9

Расчетная таблица

Обозначение параметров формулы 2.1	Единица измерения	Значение параметра для штабеля материала (i)		
		песок	щебень	гравийный
K_1				
K_2				
K_3				
$K_4 K_5 K_6 K_7 K_8$				
q	г/м ² с			
A_i	г/с			
B_i	г/с			
Q_i	г/с			
$Q = \sum Q_i$	г/с			
Q_{Γ}	т			

Лабораторная работа № 3
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ
ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА**

1.1. Суммарное количество M_j загрязняющего вещества j , поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год) определяется по формуле:

$$M_j = c_j V_{\text{ст}} B_p k_n, \quad (3.1)$$

где c_j – массовая концентрация загрязняющего вещества j в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0 = 1,4$ и нормальных условиях (273 К и давление 101,3 кПа), мг/нм³, определяется по п. 1.2;

$V_{\text{ст}}$ – объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании 1 кг (1 нм³) топлива, при $\alpha_0 = 1,4$, нм³/кг топлива.

B_p – расчетный расход топлива; определяется по п. 1.3. При определении выбросов в граммах в секунду B_p берется в т/ч (тыс. нм³/ч); при определении выбросов в тоннах в год B_p берется в т/год (тыс. нм³/год);

k_n – коэффициент пересчета. При определении выбросов в граммах в секунду $k_n = 0,278 \cdot 10^{-3}$; при определении выбросов в тоннах в год $k_n = 10^{-6}$.

1.2. Массовая концентрация загрязняющего вещества j определяется по измеренной концентрации $c_j^{\text{изм}}$, мг/нм³, по соотношению

$$c_j = c_j^{\text{изм}} \frac{\alpha}{\alpha_0}, \quad (3.2)$$

где α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы.

При использовании приборов, измеряющих объемную концентрацию загрязняющего вещества j , массовая концентрация определяется по соотношению

$$c_j = I_j \rho_j \frac{\alpha}{\alpha_0}, \quad (3.3)$$

где I_j – измеренная объемная концентрация при коэффициенте избытка воздуха α , пррт;

ρ_j – удельная масса загрязняющего вещества, кг/нм³.

Для основных газообразных загрязняющих веществ, содержащихся в выбрасываемых в атмосферу дымовых газах котельных установок (оксидов азота в пересчете на NO₂, оксида углерода и диоксида серы), значения удельной массы ρ_j составляют:

$$\begin{aligned}\rho_{\text{NO}_2} &= 2,0 \text{ кг/нм}^3 \\ \rho_{\text{CO}} &= 1,2 \text{ кг/нм}^3 \\ \rho_{\text{SO}_2} &= 2,86 \text{ кг/нм}^3.\end{aligned}\tag{3.4}$$

Коэффициент избытка воздуха α с достаточной степенью точности может быть найден по приближенной кислородной формуле

$$\alpha = \frac{21}{21 - \text{O}_2},\tag{3.5}$$

где O₂ – измеренная концентрация кислорода в месте отбора пробы дымовых газов, %.

При расчете максимальных выбросов загрязняющего вещества в граммах в секунду берутся максимальные значения массовой концентрации этого вещества при наибольшей нагрузке за отчетный период.

При определении валовых выбросов в тоннах в год используется среднее значение массовой концентрации загрязняющего вещества за год. Среднее значение массовой концентрации определяется по средней за рассматриваемый промежуток времени нагрузке котла. При этом пользуются заранее построенными зависимостями концентраций загрязняющих веществ от нагрузки котла.

$$\text{O}_2^{\text{изб}} = \text{O}_2 - 0,5(\text{CO} + \text{H}_2) - 2\text{CH}_4 - 3\text{C}_n\text{H}_m.$$

Однако, если обеспечен нормальный топочный режим, содержание CO, H₂, CH₄ и C_nH_m не превышает 0,01 % по объему, и можно считать, что $\text{O}_2^{\text{изб}} \cong \text{O}_2$.

1.3. Расчетный расход топлива B_p , т/ч (тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$) или т/год (тыс. $\text{нм}^3/\text{год}$), определяется по соотношению

$$B_p = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B, \quad (3.6)$$

где B – полный расход топлива на котел, т/ч (тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$) или т/год (тыс. $\text{нм}^3/\text{год}$);

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %.

Значение B определяется по показаниям прибора или по обратному тепловому балансу (при проведении испытаний котла).

1.4. Расчет объема сухих дымовых газов $V_{\text{сг}}$ проводится по нормативному методу по химическому составу сжигаемого топлива или табличным данным. При недостатке информации о составе сжигаемого топлива объем сухих дымовых газов может быть рассчитан по приближенной формуле

$$V_{\text{сг}} = K Q_i^r, \quad (3.7)$$

где Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/ нм^3);

K – коэффициент, учитывающий характер топлива и равный:

для газа 0,345;

для мазута 0,355;

для каменных углей 0,365;

для бурых углей 0,375.

1.5. С учетом (3.3), (3.5) и (3.7) соотношение (3.1) для расчета суммарного количества загрязняющего вещества j (при использовании приборов, измеряющих объемную концентрацию в ррт) записывается в виде

$$M_j = I_j \rho_j \frac{15}{21 - O_2} K O_i^r B_p k_n. \quad (3.8)$$

С учетом (3.4) выбросы оксидов азота, оксида углерода и диоксида серы определяются по соотношениям

$$M_{\text{NO}_x} = 30,75 \frac{I_{\text{NO}_x}}{21 - \text{O}_2} K O_i^r B_p k_n, \quad (3.9)$$

$$M_{\text{CO}} = 18,75 \frac{I_{\text{CO}}}{21 - \text{O}_2} K O_i^r B_p k_n, \quad (3.10)$$

$$M_{\text{SO}_2} = 42,90 \frac{I_{\text{SO}_2}}{21 - \text{O}_2} K O_i^r B_p k_n. \quad (3.11)$$

1.6. В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие (с учетом различия в молекулярной массе этих веществ)

$$M_{\text{NO}_2} = 0,8 M_{\text{NO}_x}, \quad (3.12)$$

$$M_{\text{NO}} = (1 - 0,8) M_{\text{NO}_x} \frac{\mu_{\text{NO}}}{\mu_{\text{NO}_2}} = 0,13 M_{\text{NO}_x}, \quad (3.13)$$

где μ_{NO} и μ_{NO_2} – молекулярные массы NO и NO₂, равные 30 и 46 соответственно;

0,8 – коэффициент трансформации оксида азота в диоксид.

2. Определение выбросов газообразных загрязняющих веществ расчетными методами

2.1. Оксиды азота.

2.1.1. Расчет выбросов оксидов азота при сжигании природного газа.

Суммарное количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO₂ (в г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяются по формуле

$$M_{\text{NO}_x} = B_p Q_i^r K_{\text{NO}_2}^r \beta_k \beta_t \beta_\alpha (1 - \beta_\Gamma) (1 - \beta_\delta) k_n, \quad (3.14)$$

где B_p – расчетный расход топлива, $\text{нм}^3/\text{с}$ (тыс. $\text{нм}^3/\text{год}$). При работе котла в соответствии с режимной картой с достаточной степенью точности может быть принято $B_p = B$ – фактическому расходу топлива на котел;

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, $\text{МДж}/\text{нм}^3$;

$K_{\text{NO}_2}^r$ – удельный выброс оксидов азота при сжигании газа, $\text{г}/\text{МДж}$.

Для паровых котлов

$$K_{\text{NO}_2}^r = 0,01\sqrt{D} + 0,0, \quad (3.15)$$

где D – фактическая паропроизводительность котла, $\text{т}/\text{ч}$.

Для водогрейных котлов

$$K_{\text{NO}_2}^r = 0,0113\sqrt{Q_m} + 0,03, \quad (3.16)$$

где Q_m – фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу, МВт , определяемая по формуле

$$Q_m = B_p Q_i^r, \quad (3.17)$$

где β_k – безразмерный коэффициент, учитывающий принципиальную конструкцию горелки.

Для всех дутьевых горелок напорного типа (т. е. при наличии дутьевого вентилятора на котле) принимается $\beta_k = 1,0$.

Для горелок инжекционного типа принимается $\beta_k = 1,6$.

Для горелок двухступенчатого сжигания (ГДС) $\beta_k = 0,7$.

β_t – безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения

$$\beta_t = 1 + 0,002 (t_{\text{ТВ}} - 30), \quad (3.18)$$

где $t_{\text{ТВ}}$ – температура горячего воздуха, $^\circ\text{C}$;

β_α – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота.

В общем случае значение $\beta_\alpha = 1,225$.

При работе котла в соответствии с режимной картой $\beta_\alpha = 1$.

Для котлов с напорными (дутьевыми) горелками или горелками ГДС при наличии результатов испытаний котла с измерением O_2 и CO для более точного учета избытка воздуха используется формула

$$\beta_\alpha = \beta_\alpha^H = 1 - 0,1 \left(O_2 - \frac{5}{\bar{Q}} \right)^2 - 0,3 \left(O_2 - \frac{5}{\bar{Q}} \right), \quad (3.19)$$

где O_2 – концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %;

\bar{Q} – относительная тепловая нагрузка котла, равная отношению

$$\bar{Q} = Q_\phi / Q_n \text{ или } \bar{Q} = D_\phi / D_n,$$

где Q_ϕ , D_ϕ , Q_n и D_n – соответственно фактические и номинальные тепловая нагрузка и паропроизводительность котла, МВт, т/ч.

Для котлов с инжекционными горелками влияние избытка воздуха учитывается коэффициентом β_α^H

$$\beta_\alpha = \beta_\alpha^H = 0,577 \sqrt{S_m''}, \quad (3.20)$$

где S_m'' – разрежение в топке, кгс/м² (мм вод. ст.);

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом

$$\beta_r = 0,16 \sqrt{r}, \quad (3.21)$$

где r – степень рециркуляции дымовых газов, %;

β_δ – безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру

$$\beta_\delta = 0,022 \delta, \quad (3.22)$$

где δ – доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела (в процентах от общего количества организованного воздуха);

k_n – коэффициент пересчета. При определении выбросов в граммах в секунду $k_n = 1$; при определении выбросов в тоннах в год $k_n = 10^{-3}$.

При определении максимальных выбросов оксидов азота в граммах в секунду по формуле (3.14) значения входящих в формулу величин определяются при максимальной тепловой мощности котла.

При определении валовых выбросов оксидов азота за год значения входящих в формулу (3.14) величин определяются по средней за рассматриваемый промежуток времени нагрузке котла.

2.1.2. Расчет выбросов оксидов азота при сжигании мазута.

Суммарное количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO_2 (в г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяется по формуле

$$M_{\text{NO}_x} = B_p Q_i^r K_{\text{NO}_2}^M \beta_t \beta_\alpha (1 - \beta_\gamma) (1 - \beta_\delta) k_n, \quad (3.23)$$

где B_p – расчетный расход топлива, кг/с (т/год), определяемый по формуле

$$B_p = B \left(1 - \frac{q_4}{100} \right), \quad (3.24)$$

где B – фактический расход топлива на котел, кг/с (т/год);

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания, %;

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$K_{\text{NO}_2}^M$ – удельный выброс оксидов азота при сжигании мазута, г/МДж;

Для паровых котлов

$$K_{\text{NO}_2}^M = 0,01\sqrt{D} + 0,1, \quad (3.25)$$

где D – фактическая паропроизводительность котла, т/ч.;

Для водогрейных котлов

$$K_{\text{NO}_2}^M = 0,0113\sqrt{Q_m} + 0,1, \quad (3.26)$$

где Q_m – фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу, определяемая по формуле (3.17).

Приведенные зависимости $K_{NO_2}^M$ от D и Q_m справедливы для мазутов, поставляемых отечественными НПЗ.

β_t – безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения; определяется по формуле (3.18);

β_α – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота при сжигании мазута.

В общем случае значение $\beta_\alpha = 1,113$.

При работе котла в соответствии с режимной картой $\beta_\alpha = 1$.

При наличии результатов испытаний котла с измерением O_2 и CO для более точного учета избытка воздуха используют формулу

$$\beta_\alpha = 1 - 0,2 \left(O_2 - \frac{6}{\bar{Q}} \right) - 0,3 \left(O_2 - \frac{6}{\bar{Q}} \right), \quad (3.27)$$

где O_2 – концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %;

\bar{Q} – относительная тепловая нагрузка котла, равная отношению

$$\bar{Q} = Q_\phi / Q_H \text{ или } \bar{Q} = D_\phi / D_H,$$

где Q_ϕ , D_ϕ , Q_H и D_H – соответственно фактические и номинальные тепловая нагрузка и паропроизводительность котла, МВт, т/ч.

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом

$$\beta_r = 0,17\sqrt{r}, \quad (3.28)$$

где r – степень рециркуляции дымовых газов, %.

β_δ – безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру:

$$\beta_\delta = 0,018\delta, \quad (3.29)$$

где δ – доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела (в процентах от общего количества организованного воздуха);

k_n – коэффициент пересчета. При определении выбросов в граммах в секунду $k_n = 1$; при определении выбросов в тоннах в год $k_n = 10^{-3}$.

2.1.3. Расчет выбросов оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива.

Для котлов, оборудованных топками с неподвижной, цепной решеткой, с пневмомеханическим забрасывателем и для шахтных топок с наклонной решеткой суммарное количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO_2 (в г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяется по формуле

$$M_{\text{NO}_x} = B_p Q_i^r K_{\text{NO}_2}^m \beta_r k_n, \quad (3.30)$$

где B_p – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (3.24), кг/с (т/год);

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$K_{\text{NO}_2}^m$ – удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива, г/МДж.

Величина $K_{\text{NO}_2}^m$ определяется по формуле

$$K_{\text{NO}_2}^m = 0,35 \cdot 10^{-3} \alpha_m \left(1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100} \right) \sqrt[4]{Q_i^r q_R}, \quad (3.31)$$

где α_m – коэффициент избытка воздуха в топке, определяемый по формуле

$$\alpha_m = \frac{21}{21 - \text{O}_2}, \quad (3.32)$$

где O_2 – концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %. При отсутствии информации о концентрации кислорода в дымовых газах за котлом можно принимать $\alpha_m = 2,5$;

R_6 – характеристика гранулометрического состава угля – остаток на сите с размером ячеек 6 мм, %, принимается по сертификату на топливо;

q_R – тепловое напряжение зеркала горения, МВт/м².

Определяется по формуле

$$q_R = Q_m / F, \quad (3.33)$$

где F – зеркало горения (определяется по паспортным данным котельной установки), м²;

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота;

$$\beta_r = 1 - 0,075\sqrt{r}, \quad (3.34)$$

где r – степень рециркуляции дымовых газов, %;

k_n – коэффициент пересчета;

при определении выбросов в граммах в секунду $k_n = 1$;

при определении выбросов в тоннах в год $k_n = 10^{-3}$.

В связи с установленными отдельными ПДК на оксид и диоксид азота и с учетом трансформации оксидов азота суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие, расчет которых проводится согласно п. 1.6 данной Методики.

2.2 Оксиды серы.

Суммарное количество оксидов серы M_{SO_2} , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), вычисляются по формуле

$$M_{\text{SO}_2} = 0,02BS^r(1 - \eta'_{\text{SO}_2})(1 - \eta''_{\text{SO}_2}), \quad (3.35)$$

где B – расход натурального топлива за рассматриваемый период, г/с (т/год);

S^r – содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле;

η''_{SO_2} – доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц. Ориентировочные значения η'_{SO_2} при сжигании различных видов топлива составляют:

Топливо	η'_{SO_2}
Торф	0,15
Сланцы эстонские и ленинградские	0,8
Сланцы других месторождений	0,5
Экибастузский уголь	0,02
Березовские угли Канско-Ачинского бассейна для топок с твердым шлакоудалением	0,5
для топок с жидким шлакоудалением	0,2
Другие угли Канско-Ачинского бассейна для топок с твердым шлакоудалением	0,2
для топок с жидким шлакоудалением	0,05
Угли других месторождений	0,1
Мазут	0,02
Газ	0

Доля оксидов серы (η''_{SO_2}), улавливаемых в сухих золоуловителях, принимается равной нулю. В мокрых золоуловителях эта доля зависит от общей щелочности орошающей воды и от приведенной сернистости топлива $S^{\text{пр}}$.

$$S^{\text{пр}} = \frac{S^r}{Q_i^r}. \quad (3.36)$$

При наличии в топливе сероводорода к значению содержания серы на рабочую массу S^r в формуле (3.35) прибавляется величина

$$\Delta S^r = 0,94 \cdot \text{H}_2\text{S}, \quad (3.37)$$

где H_2S – содержание на рабочую массу сероводорода в топливе, %.

Примечание. При разработке нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов (ПДВ, ВСВ) рекомендуется применять балансово-расчетный метод, позволяющий более точно учесть выбросы диоксида серы. Это связано с тем, что сера распределена в топливе неравномерно. При определении максимальных выбросов в граммах в секунду используются максимальные значения S^r фактически использовавшегося топлива. При определении валовых выбросов в тоннах в год используются среднегодовые значения S^r .

2.3. Оксид углерода.

Расчет количества выбросов СО выполняется по данным инструментальных замеров.

При отсутствии данных инструментальных замеров оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, г/с (т/год), может быть выполнена по соотношению

$$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} \left(1 - \frac{q_4}{100} \right), \quad (3.38)$$

где B – расход топлива, г/с (т/год);

C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива, г/кг (г/нм³) или кг/т (кг/тыс. нм³). Определяется по формуле

$$C_{CO} = q_3 R Q_i^r, \quad (3.39)$$

где q_3 – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %;

R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода; принимается для

твердого топлива – 1,0

мазута – 0,65

газа – 0,5

Q_i^r – низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг (МДж/нм³);

q_4 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

Ориентировочная оценка суммарного количества выбросов оксида углерода M_{CO} , (г/с, т/год), может проводиться по формуле

$$M_{CO} = 10^{-3} B Q_i' K_{CO} \left(1 - \frac{q_4}{100} \right), \quad (3.40)$$

где K_{CO} – количество оксида углерода, образующееся на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива, кг/ГДж.

3. Определение выбросов твердых загрязняющих веществ

3.1. Определение выбросов твердых частиц по данным инструментальных замеров.

Максимальный (г/с) выброс твердых частиц $M_{ТВ}$, поступающих в атмосферу с дымовыми газами, определяется по соотношению

$$M_{ТВ} = c_{\text{эксп}} V_{\Gamma}^{\text{P}}, \quad (3.41)$$

где $c_{\text{эксп}}$ – замеренная массовая концентрация твердых частиц в дымовых газах при работе котла на максимальной нагрузке, г/м³;

V_{Γ}^{P} – реальный объем дымовых газов, замеренный в том же сечении газохода, где замерялась запыленность, или рассчитанный по составу топлива при рабочих условиях и работе котла на максимальной нагрузке, м³/с.

В том случае, если замерить V_{Γ}^{P} не представляется возможным, а также при отсутствии данных по химическому составу топлива, для определения реального объема газов можно воспользоваться приближенным соотношением

$$V_{\Gamma}^{\text{P}} = B \left[k_1 + k_2 Q_i' + (\alpha - 1) (k_3 + k_4 Q_i') \right] \frac{273 + t_p}{273}, \quad (3.42)$$

где B – секундный расход натурального топлива, кг/с (нм³/с);

α – коэффициент избытка воздуха, замеренный в том же сечении;

t_p – температура дымовых газов в том же сечении, °С;

k_1 – численные коэффициенты, подобранные для каждого вида топлива методом наименьших квадратов:

Вид топлива	k_1	k_2	k_3	k_4
Бурые угли	1,219	0,234	0,355	0,251
Каменные угли	0,403	0,265	0,0625	0,264
Природный газ	0,739	0,278	0,0864	0,267
Мазут	-0,633	0,298	0,372	0,256

При совместном сжигании топлив разных видов расчет максимальных выбросов твердых частиц (г/с) проводится по данным инструментальных замеров, сделанных при работе котла на максимальной нагрузке и максимальной доле (по теплу) наиболее зольного вида топлива.

Валовые выбросы твердых частиц (т/год) за отчетный период определяются расчетным методом.

3.2. Расчет выбросов твердых частиц.

3.2.1. Суммарное количество твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива) $M_{\text{ТВ}}$, поступающих в атмосферу с дымовыми газами котлов (г/с, т/год), вычисляют по одной из двух формул

$$M_{\text{ТВ}} = B \frac{A^r}{100 - \Gamma_{\text{УН}}} a_{\text{УН}} (1 - \eta_1), \quad (3.43)$$

или

$$M_{\text{ТВ}} = 0,01B \left(a_{\text{УН}} A^r + q_4 \frac{Q_i^r}{32,68} \right) (1 - \eta_3), \quad (3.44)$$

где B – расход натурального топлива, г/с (т/год);

A^r – зольность топлива на рабочую массу, %;

$a_{\text{УН}}$ – доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе);

η_3 – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях*;

$\Gamma_{\text{ун}}$ – содержание горючих в уносе, %; при отсутствии данных замеров расчет $M_{\text{ТВ}}$ ведется по формуле (3.44);

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

32,68 – теплота сгорания углерода, МДж/кг.

3.2.2. *Количество летучей золы (M_3) в г/с (т/год), входящее в суммарное количество твердых частиц, уносимых в атмосферу, вычисляют по формуле*

$$M_3 = 0,01Va_{\text{ун}}A^r(1 - \eta_3). \quad (3.45)$$

3.2.3. *Количество коксовых остатков при сжигании твердого топлива и сажи при сжигании мазута (M_k) в г/с (т/год), образующихся в топке в результате механического недожога топлива и выбрасываемых в атмосферу, определяют по формуле*

$$M_k = M_{\text{ТВ}} - M_3. \quad (3.46)$$

Примечание: При определении максимальных выбросов в г/с используются максимальные значения A_r фактически использовавшегося топлива. При определении валовых выбросов в т/год используются среднегодовые значения A_r .

3.3. Расчет выбросов мазутной золы в пересчете на ванадий.

Мазутная зола представляет собой сложную смесь, состоящую в основном из оксидов металлов. Биологическое ее воздействие на окружающую среду рассматривается как воздействие единого целого. В качестве контролирующего показателя принят ванадий, по содержанию которого в золе установлен санитарно-гигиенический норматив (ПДК).

Суммарное количество мазутной золы ($M_{\text{МЗ}}$) в пересчете на ванадий, в г/с или т/год, поступающей в атмосферу с дымовыми газами котла при сжигании мазута, вычисляют по формуле

$$M_{\text{мз}} = G_v B (1 - \eta_{\text{ос}}) \left(1 - \frac{\eta_{\text{зв}}^v}{100} \right) k_{\text{п}}, \quad (3.47)$$

где G_v – количество ванадия, находящегося в 1 т мазута, г/т.
 G_v в г/т может быть определено одним из двух способов:

– по результатам химического анализа мазута:

$$G_v = a_v 10^4, \quad (3.48)$$

где a_v – фактическое содержание элемента ванадия в мазуте, %;

10^4 – коэффициент пересчета;

– по приближенной формуле (при отсутствии данных химического анализа):

$$G_v = 2222 A^r, \quad (3.49)$$

где 2222 – эмпирический коэффициент;

A^r – содержание золы в мазуте на рабочую массу, %.

B – расход натурального топлива. При определении выбросов в г/с B берется в т/ч; при определении выбросов в т/год B берется в т/год;

$\eta_{\text{ос}}$ – доля ванадия, оседающего с твердыми частицами на поверхности нагрева мазутных котлов, которую принимают равной:

0,07 – для котлов с промпароперегревателями, очистка поверхностей которых производится в остановленном состоянии;

0,05 – для котлов без промпароперегревателей при тех же условиях очистки.

$\eta_{\text{зв}}^v$ – степень очистки дымовых газов от мазутной золы в золоулавливающих установках, %;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент пересчета. При определении выбросов в г/с $k_{\text{п}} = 0,278 \cdot 10^{-3}$; при определении выбросов в т/год $k_{\text{п}} = 10^{-6}$.

3.4. Расчет выбросов бенз(а)пирена в атмосферу паровыми и водогрейными котлами.

Выброс бенз(а)пирена, поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), рассчитывается по уравнению (3.1).

3.4.1. Расчет концентрации бенз(а)пирена в дымовых газах промтеплоэнергетических котлов малой мощности.

3.4.1.1. Концентрация бенз(а)пирена, мг/нм³, в сухих продуктах сгорания мазута на выходе из топочной камеры определяется по формулам:

– для $\alpha_m'' = 1,08-1,25$:

$$c_{\text{бп}}^{\text{м}} = 10^{-3} \cdot \frac{R(0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} q_v)}{e^{3,8(\alpha_m'' - 1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}; \quad (3.50)$$

– для $\alpha_m'' > 1,25$:

$$c_{\text{бп}}^{\text{м}} = 10^{-3} \cdot \frac{R(0,172 + 0,23 \cdot 10^{-3} q_v)}{e^{1,14(\alpha_m'' - 1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}. \quad (3.51)$$

3.4.1.2. Концентрация бенз(а)пирена, мг/нм³, в сухих продуктах сгорания природного газа на выходе из топочной зоны промтеплоэнергетических котлов малой мощности определяется по формулам:

– при $\alpha_m'' = 1,08-1,25$:

$$c_{\text{бп}}^{\text{г}} = 10^{-3} \cdot \frac{0,059 + 0,079 \cdot 10^{-3} q_v}{e^{3,8(\alpha_m'' - 1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}; \quad (3.52)$$

– при $\alpha_m'' > 1,25$:

$$c_{\text{бп}}^{\text{г}} = 10^{-3} \cdot \frac{0,032 + 0,043 \cdot 10^{-3} q_v}{e^{1,14(\alpha_m'' - 1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}. \quad (3.53)$$

В формулах (3.50)–(3.53):

R – коэффициент, учитывающий способ распыливания мазута для паромеханических форсунок $R = 0,75$; для остальных случаев $R = 1$;

α''_m – коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки;

q_v – теплонапряжение топочного объема, кВт/м³. При сжигании проектного топлива величина q_v берется из технической документации на котельное оборудование; при сжигании непроектного топлива величина q_v рассчитывается по соотношению

$$q_v = B_p Q_i^r / V_m,$$

где $B_p = B (1 - q_4/100)$ – расчетный расход топлива на номинальной нагрузке, кг/с (м³/с);

B – фактический расход топлива на номинальной нагрузке, кг/с (м³/с);

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг (кДж/м³);

V_m – объем топочной камеры, м³, берется из техдокументации на котел.

K_d – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

K_p – коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

$K_{ст}$ – коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания.

Для расчета максимальных и валовых выбросов по формуле (3.1) концентрации бенз(а)пирена, рассчитанные по формулам (3.50)–(3.53) приводятся к избыткам воздуха $\alpha = 1,4$ по формуле (3.2) настоящей методики.

3.4.2. Расчет концентрации бенз(а)пирена в дымовых газах водогрейных котлов.

3.4.2.1. Концентрация бенз(а)пирена, мг/нм³, в сухих продуктах сгорания мазута на выходе из топочной камеры водогрейных котлов определяется по формулам:

– для $\alpha''_m = 1,05$ – $1,25$ и $q_v = 250$ – 500 кВт/м³:

$$c_{\text{бп}}^M = 10^{-6} \cdot \frac{R(0,445q_v - 28,0)}{e^{3,5(\alpha''_m - 1)}} K_d K_p K_{ст} K_0; \quad (3.54)$$

– для $\alpha_m'' > 1,25$ и $q_v = 250\text{--}500$ кВт/м³:

$$c_{\text{бп}}^{\text{м}} = 10^{-6} \cdot \frac{R(0,52q_v - 32,5)}{1,16 \cdot e^{3,5(\alpha_m''-1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}} K_0. \quad (3.55)$$

3.4.2.2 Концентрация бенз(а)пирена, мг/нм³, в сухих продуктах сгорания природного газа на выходе из топочной зоны водогрейных котлов малой мощности определяется по формулам:

– для $\alpha_m'' = 1,05\text{--}1,25$ и $q_v = 250\text{--}500$ кВт/м³:

$$c_{\text{бп}}^{\text{г}} = 10^{-6} \cdot \frac{0,11q_v - 7,0}{e^{3,5(\alpha_m''-1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}, \quad (3.56)$$

– для $\alpha_m'' > 1,25$ и $q_v = 250\text{--}500$ кВт/м³:

$$c_{\text{бп}}^{\text{г}} = 10^{-6} \cdot \frac{0,13q_v - 5,0}{1,3 \cdot e^{3,5(\alpha_m''-1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}. \quad (3.57)$$

Коэффициент K_0 , учитывающий влияние дробевой очистки конвективных поверхностей нагрева на работающем котле, принимается:

при периоде между очистками 12 ч – 1,5;

при периоде между очистками 24 ч – 2,0;

при периоде между очистками 48 ч – 2,5;

Для расчета максимальных и валовых выбросов по формуле (3.1) концентрации бенз(а)пирена, рассчитанные по формулам (3.54)–(3.57) приводятся к избыткам воздуха $\alpha = 1,4$ по формуле (3.2) настоящей методики.

3.4.3. Расчет концентраций бенз(а)пирена в уходящих газах котлов малой мощности при сжигании твердых топлив.

Концентрацию бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов малой мощности при слоевом сжигании твердых топлив $c_{\text{бп}}$ (мг/нм³), приведенную к избытку воздуха в газах $\alpha = 1,4$, рассчитывают по формуле:

$$c_{\text{бп}} = 10^{-3} \cdot \left(\frac{AQ_i^r}{e^{2,5\alpha_m''}} + \frac{R}{t_{\text{н}}} \right) K_{\text{д}} K_{\text{зп}}, \quad (3.58)$$

где A – коэффициент, характеризующий тип колосниковой решетки и вид топлива. Коэффициент A принимают равным

для углей и сланцев – 2,5;

для древесины и торфа – 1,5;

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

R – коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов; для $t_n \geq 150$ °С $R = 350$; для $t_n < 150$ °С $R = 290$, где t_n – температура насыщения при давлении в барабане паровых котлов или на выходе из котла для водогрейных котлов;

K_d – коэффициент, учитывающий нагрузку котла;

$$K_d = \left(\frac{D_n}{D_\phi} \right)^{1,2}, \quad (3.59)$$

где D_n – номинальная нагрузка котла, кг/с;

D_ϕ – фактическая нагрузка котла, кг/с;

K_{zy} – коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем и определяемый по соотношению

$$K_{zy} = 1 - \eta_{zy} z, \quad (3.60)$$

где η_{zy} – степень очистки газов в золоуловителе по золе, %;

z – коэффициент, учитывающий снижение улавливающей способности золоуловителем бенз(а)пирена:

– при температуре газов перед золоуловителем $t'_{zy} \geq 185$ °С

$z = 0,8$ – для сухих золоуловителей;

$z = 0,9$ – для мокрых золоуловителей;

при температуре газов перед золоуловителем $t'_{zy} < 185$ °С

$z = 0,7$ – для сухих золоуловителей;

$z = 0,8$ – для мокрых золоуловителей.

Методика разработана по материалам экспериментов на котлах типа ДКВР-10, КЕ-10, ДКВР-4, КВТС-20, КС и КЧМ-3.

Лабораторная работа № 4
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЗОВАННОГО
ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ОТ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА ПРИ РАБОТЕ
АБЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАТЫ ЗА ВЫБРОСЫ**

Сушильный барабан в структуре АБЗ предназначен для высушивания и нагрева минеральных материалов (щебень, гравий, песок). В результате сжигания топлива с целью получения необходимого количества тепла в атмосферу выделяются продукты сгорания (сажа, CO, SO₂, NO_x, V₂O₅ и др.), кроме того, в результате сушки минеральных материалов с их поверхности отделяются тонкодисперсные частицы (илистые, пылеватые) и образуют пылевое облако.

Продукты сгорания и пыль образуют в сушильном барабане газо-пылевой поток, который дымососом протягивается через пылегазоочистительную установку и «очищенный» выбрасывается через дымовую трубу в атмосферный воздух. Параметры газопылевых потоков могут быть установлены расчетным путем или путем инструментальных замеров.

Инструментальный метод – на основании параметров газопылевых потоков, определяемых путем замера выброса загрязняющих веществ (ЗВ) в процессе работы сушильного барабана.

Расчетный метод – скорректированный метод расчета выброса ЗВ при сжигании топлива, а именно с учетом выброса частиц при сушке и нагреве материала.

Максимальное количество загрязняющего вещества ($Q_{ЗВ}$), выбрасываемого из дымовой трубы в единицу времени определяется по формуле:

$$Q_{ЗВ} = V_{ГП} \cdot C_{ЗВ}, \text{ мг/с}, \quad (4.1)$$

где $V_{ГП}$ – объемный расход газопылевого выброса, норм. м³/с;

$C_{ЗВ}$ – среднее значение концентрации ЗВ в выбросе, мг/норм. м³ (табл. 4.1).

Результаты определения (замеры) параметров газопылевых потоков записываются в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Результаты определения (замера) параметров
газопылевых потоков**

Наименование Источника выброса	Место отбора проб	Температура газов, °С	Объем газопылевого выброса, норм м ³ /с	Наименование загрязняющего вещества	Концентрация, мг/норм. м ³					Среднее значение (С _{зв})
					Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	
АБЗ	газо-ход			пыль						
	дымовая труба			пыль						
				углерода оксид						
				азота диоксид						
				ангидрид сернистый						

Таблица 4.2

**Количество загрязняющих веществ,
выбрасываемых из дымовой трубы (Q_{зв}), мг/с**

Количество загрязняющего вещества, выбрасываемого из дымовой трубы, (Q _{зв}), мг/с	Загрязняющее вещество			
	Пыль	СО	NO _x	SO ₂

**Определение годового выброса загрязняющих
веществ при работе АБЗ**

1. Время работы асфальтобетонного завода по выпуску годового объема асфальтобетонных смесей (t):

$$t = \frac{V_{\text{АБ}}}{\Pi_{\text{АБЗ}}}, \text{ час,} \quad (4.2)$$

где $V_{\text{АБ}}$ – годовой объем выпуска асфальтобетонных смесей (т);
 $P_{\text{АБЗ}}$ – производительность завода (т/час).

2. Объем выброса i -гоЗВ за время работы АБЗ:

$$M_{\text{зв}i} = \frac{3600 \cdot Q_{\text{зв}i} \cdot t}{10^9}, \text{ т/год.} \quad (4.3)$$

Результаты расчетов записываем в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Объем выброса загрязняющих веществ
за время работы АБЗ ($M_{\text{зв}i}$), т/год

Объем выброса загрязняющего вещества, ($M_{\text{зв}i}$), т/год	Загрязняющее вещество			
	Пыль	СО	NO _x	SO ₂

Определение категории опасности предприятия (КОП)

Категория опасности предприятия зависит от количества выбрасываемых ЗВ и их предельно-допустимых концентраций:

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_{\text{зв}i}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}}} \right)^{a^i}, \quad (4.4)$$

где $M_{\text{зв}i}$ – количество выбрасываемого i -го загрязняющего вещества, т/год;

$\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ – средняя суточная предельно-допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества (табл. 4.4);

a^i – безразмерная константа, соотносящаяся с классом опасности загрязняющего вещества (табл. 4.5).

Таблица 4.4

Значения ПДК_{с.с.} и класс опасности загрязняющего вещества

Загрязняющее вещество	ПДК _{с.с.}	Класс опасности
Пыль	0,15	3
СО	3,0	4
NO _x	0,05	3
SO ₂	0,04	2

Таблица 4.5

Значения a^i при классе опасности загрязняющего вещества

Класс опасности	Значения a^i
1	1,7
2	1,3
3	1,0
4	0,9

Таблица 4.6

Категория опасности предприятия

Значение КОП	Категория опасности предприятия
КОП > 10 ⁶	I
10 ⁶ > КОП > 10 ⁴	II
10 ⁴ > КОП > 10 ³	III
10 ³ > КОП	IV

Определение платы за выбросы загрязняющих веществ

Плата за выбросы загрязняющего вещества в атмосферный воздух производится на основании Постановления Совета Министров Республики Беларусь «О ставках налога за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду и лимитах добычи природных ресурсов».

Таблица 4.7

Определение платы за выбросы загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	Класс опасности	Валовый выброс ($M_{зв}$), т/год	Нормативная плата за выбросы, руб./т	Плата за выбросы ЗВ, руб.
Пыль				
CO				
NO _x				
SO ₂				
				Σ=

Лабораторная работа № 5
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН РАССЕЙВАНИЯ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ**

Цель работы: изучить методику определения параметров загрязнения воздушного бассейна от одиночных точечных источников.

Основой выполняемой работы являются следующие положения:

– на рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере влияют метеорологические параметры: скорость и направление ветра, температурная стратификация атмосферы, температура атмосферного воздуха;

– максимальная приземная концентрация от данного источника загрязнения, возникающая при неблагоприятных метеорологических условиях (при опасных скорости и направлении ветра, высокой температуре атмосферы и ее безразличном состоянии) не должна превышать ПДК за границей санитарно-защитной зоны;

– приземная концентрация загрязняющих веществ зависит от параметров источника выброса и состава пылегазовоздушной смеси.

1. **Максимальная приземная концентрация** загрязняющих веществ (C_{\max}) в атмосфере от одиночного точечного источника выброса круглого сечения, выбрасывающего нагретую пылегазовоздушную смесь, рассчитывается по формуле

$$C_{\max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3, \quad (5.1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы. Для условий Республики Беларусь $A = 140$;

H – высота источника выброса от земли, м;

M – интенсивность выброса загрязняющего вещества, г/с;

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосфере и зависящий от состояния загрязняющих веществ и эффективности пылеулавливания (табл. 5.1).

V_1 – объем выбрасываемой пылегазовоздушной смеси, м³/с;

Таблица 5.1

Значения коэффициента F , учитывающего скорость оседания загрязняющих веществ в атмосфере

Вещество	Эффективность пылеулавливания, %	Коэффициент
Газообразные выбросы	–	1,0
Твердые частицы	Более 90	2,0
	75–90	2,5
	Более 75	3,0

$$\Delta T = T_{\Gamma} - T_{\text{в}}, \quad (5.2)$$

где T_{Γ} – температура газовой смеси, °С;

$T_{\text{в}}$ – температура атмосферного воздуха, принимаемая для района расположения предприятия на 13 часов самого жаркого месяца года.

η – коэффициент, учитывающий влияние аэродинамических нарушений. Для одиночного источника при отсутствии рядом стоящих препятствий (высоких зданий, сооружений) $\eta = 1$;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выброса пылевоздушной смеси, зависят от параметров, соответственно равны:

$$f = 1000 \frac{W_0^2 \cdot D}{H^2 \Delta T}, \quad V_m = 0,653 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \quad (5.3)$$

где W_0 – скорость выхода газовой смеси из источника выброса (трубы), м/с ;

D – диаметр источника выброса, м.

$$\text{При } f < 100 \quad m = (0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f})^{-1},$$

$$\text{При } V_m > 2 \quad n = 1,$$

$$0,5 < V_m < 2 \quad n = 0,532V_m^2 - 2,13V_m + 3,13,$$

$$V_m < 0,5 \quad n = 4,4V_m$$

2. Расстояние от источника выброса до точки с максимальной приземной концентрацией:

$$X_{\max} = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (5.4)$$

где H – высота источника выброса, м;

d определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{при } v_m < 0,5 & \quad d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), \\ 0,5 < V_m < 2 & \quad d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}), \\ V_m > 2 & \quad d = 7 \cdot \sqrt{V_m} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}). \end{aligned}$$

3. Величина опасной скорости ветра (V_m , м/с), соответствующая полученным значениям C_{\max} и X_{\max} , также зависит от параметра V_m :

$$\begin{aligned} v_m < 0,5 \quad V_{\max} &= 0,5, \\ 0,5 < V_m < 2 \quad V_{\max} &= V_m, \\ V_m > 2 \quad V_{\max} &= V_m (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}). \end{aligned} \quad (5.5)$$

4. Опасность загрязнения атмосферы оценивается показателем j

$$j = \frac{C_{\max}}{\text{ПДК}} < 1. \quad (5.6)$$

Результаты расчета записывают (табл. 5.2). Опасность загрязнения атмосферы газообразными веществами с учетом суммирования при одновременном присутствии в атмосфере SO_2 и NO_x .

$$j_{\text{SO}_2 + \text{NO}_x} = \frac{C_{\max, \text{SO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{SO}_2}} + \frac{C_{\max, \text{NO}_x}}{\text{ПДК}_{\text{NO}_x}} < 1. \quad (5.7)$$

По итогам расчета делаются выводы об уровне загрязнения и предлагаются мероприятия по его снижению в случае необходимости.

Исходными данными для расчета являются соответствующие Вашему варианту параметры выброса (табл. 5.3).

Таблица 5.2

Результаты расчета

Вещество	C_{\max} , мг/м ³	X_{\max} , м	V_{\max} , м/с	j
Зола				
SO ₂				
NO _x				
Суммирование SO ₂ + NO _x				

Таблица 5.3

Варианты заданий к лабораторной работе:
параметры выброса газообразной смеси

Варианты	H ,	d ,	w_0 ,	T_T ,	T_B ,	M_{SO_2}	$M_{зола}$	M_{NO_x}	ПДК, мг/м ³		
	м	м	м/с	°C	°C	г/с	г/с	г/с	SO ₂	Зола	NO _x
1	10	1,4	8	125	25	12,0	15,5	4,2			
2	25	1,0	12	100	20	10,0	14,5	3,8			
3	28	1,5	15	80	15	30,0	70,6	12,1			
4	18	0,7	16	90	10	25,0	15,0	1,0			
5	15	0,8	21	130	5	16,0	14,0	4,6			
6	23	0,9	16	230	15	21,0	34,0	3,2			
7	28	1,0	12	160	20	6,0	62,0	5,8			
8	32	1,5	9	125	25	15,0	18,9	7,8			
9	20	1,2	10	135	15	42,0	14,1	10,2			
10	24	1,5	14	215	25	19,0	27,2	11,4	0,5	0,5	0,085
11	25	1,7	9	210	30	18,0	34,5	2,0			
12	30	2,0	6	180	20	5,0	56,7	2,2			
13	23	1,3	11	150	15	16,0	59,4	12,8			
14	19	1,0	14	165	10	7,0	62,1	14,4			
15	18	0,7	19	115	0	21,0	65,3	16,6			
16	35	2,0	9	210	40	32,0	50,0	7,4			
17	40	2,6	5	195	15	28,0	24,0	21,0			
18	38	2,6	8	145	25	14,0	32,0	16,6			
19	24	1,8	13	210	15	12,0	12,8	21,8			
20	19	0,8	18	160	5	10,0	5,6	15,4			

Лабораторная работа № 6
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА**

Оценка уровня шумового воздействия транспорта на окружающую среду производится при наличии в зоне влияния дороги мест, чувствительных к шумовому воздействию: селитебных и промышленных территорий, населенных пунктов, санитарно-курортных зон, территорий сельскохозяйственного назначения (при наличии специальных требований), заповедников, заказников, а также в других, случаях специально обусловленных заданием на проектирование.

Возникающий при движении транспортных средств шум ухудшает качество среды обитания человека и животных на прилегающих к дороге территориях. Шум действует на нервную систему человека, снижает трудоспособность, уменьшает сопротивляемость сердечно-сосудистым заболеваниям.

Общий шум – шум в определенной ситуации в определенное время и в определенном месте, обычно состоящий из шума различных источников как подвижных (средства дорожного, рельсового, водного и воздушного транспорта), так и расположенных стационарно (промышленные предприятия, энергетические и прочие установки, а также инженерно-техническое и прочее оборудование в жилых и общественных зданиях).

Шум известного источника – часть общего шума, которая может быть определена и приписана конкретному источнику шума.

Фоновый (остаточный) шум – часть общего шума при отключении одного или нескольких известных источников.

Точка измерения (точка наблюдения) – место, в котором измеряют шумовые характеристики транспортного потока и размещают измерительный микрофон.

Временной интервал измерения – промежуток времени, в течение которого проводят единичное (однократное) измерение уровня шума транспортного потока.

Временной интервал наблюдения – промежуток времени, в течение которого проводят серию измерений уровней шума транспортного потока. Интервал наблюдения может включать в себя несколько интервалов измерения, следующих друг за другом непрерывно или с паузами.

Уровень звукового давления L_p , дБ – величина, равная десяти десятичным логарифмам отношения квадрата среднеквадратичного звукового давления, измеренного при стандартных временной и частотной характеристиках измерительной системы по ГОСТ 17187, к квадрату опорного звукового давления.

Звуковое давление выражают в паскалях (Па).

Эквивалентный уровень звукового давления L_{eq} , дБ – величина, равная десяти десятичным логарифмам отношения квадрата среднеквадратичного звукового давления на заданном временном интервале, измеренного при стандартных временной и частотной характеристиках измерительной системы по ГОСТ 17187, к квадрату опорного звукового давления.

Эквивалентный уровень звука $A L_{Aeq}$, дБА – величина, равная десяти десятичным логарифмам отношения квадрата среднеквадратичного звукового давления на заданном временном интервале, измеренного при стандартной частотной характеристике A шумомера по ГОСТ 17187, к квадрату опорного звукового давления; рассчитывается по формуле

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_{A(t)}^2}{p_0^2} dt \right), \quad (6.1)$$

где $T = t_2 - t_1$ – заданный временной интервал, с;

t_1 – начало интервала, с;

t_2 – конец интервала, с;

$p_{A(t)}$ – мгновенное скорректированное по частотной характеристике A шумомера по ГОСТ 17187 звуковое давление в момент времени t , Па;

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – опорное звуковое давление.

Максимальный уровень звука $A L_{Amax}$, дБА – наибольший скорректированный по A уровень звука на заданном временном интервале. На практике максимальный уровень звука A соответствует согласно ГОСТ 31296.1 уровню, превышаемому в течение 1 % времени интервала измерения.

Звуковое воздействие E , (Па)² · с – величина, определяемая по формуле

$$E = \int_0^T p^2(t) dt, \quad (6.2)$$

где $p(t)$ – мгновенное звуковое давление, Па;

T – заданный временной интервал или интервал, равный продолжительности звукового события, с.

Опорное звуковое воздействие E_0 , (Па)² · с – величина, равная квадрату опорного звукового давления $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, умноженному на опорный временной интервал длительностью 1 с ($E_0 = 4 \times 10^{-10}$ Па²·с).

Уровень звукового воздействия L_E , дБ – величина, равная десяти десятичным логарифмам отношения звукового воздействия на заданном временном интервале или на интервале, равном продолжительности звукового события, к опорному звуковому воздействию; рассчитывается по формуле

$$L_E = 10 \lg \frac{E}{E_0}, \quad (6.3)$$

где E – звуковое воздействие на временном интервале T , (Па)² · с.

Уровень звукового воздействия $A L_{EA}$, дБА – уровень звукового воздействия, скорректированный по частотной характеристике A шумомера по ГОСТ 17187.

Уровень звукового воздействия $A L_{EA}$, измеренный на временном интервале T , позволяет определить эквивалентный уровень звука с помощью формулы

$$L_{Aeq} = L_{EA} - 10 \lg \frac{T}{T_0}, \quad \text{дБА}, \quad (6.4)$$

где $T_0 = 1$ с.

Основными шумовыми характеристиками транспортных потоков являются эквивалентный L_{Aeq} и максимальный L_{Amax} уровни звука, дБА, в дневное (от 7.00 до 23.00 ч) и ночное (от 23.00 до 7.00 ч) время.

Дополнительными шумовыми характеристиками транспортных потоков, определяемыми в необходимых случаях, являются эквивалентные уровни звукового давления $L_{eq \text{ окт.}}$, дБ, в октавных полосах

со среднегеометрическими частотами в диапазоне от 31,5 до 8000 Гц по ГОСТ 12090.

Одновременно с измерением шумовых характеристик транспортного потока должны фиксироваться продолжительность каждого временного интервала измерения и длительность временного интервала наблюдения.

При измерении шумовых характеристик транспортного потока целесообразно одновременно определять его интенсивность, состав и скорость движения.

Интенсивность транспортного потока равна числу транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в обоих направлениях в единицу времени.

Состав транспортного потока определяется по относительному количеству (в процентах) отдельных групп транспорта (легковые, грузовые автомобили, автобусы, троллейбусы, трамваи, мотосредства и др.) к общему числу транспортных средств в потоке.

Состав транспортного потока за отдельные временные интервалы измерения следует определять либо на основе видеозаписи транспортного потока и ее последующей обработки в лабораторных условиях, либо путем непосредственного подсчета с помощью специальных счетчиков (контактных, магнитных, радиолокационных и др.), или визуальным подсчетом количества транспортных средств различного типа, проехавших мимо точки измерения за временной интервал измерения.

Скорость движения транспортных средств определяется либо непосредственно с помощью специального прибора-радар (измерителя скорости), имеющего погрешность стационарно $\pm 1,0$ км/ч, в движении $\pm 2,0$ км/ч, либо путем фиксирования времени проезда t_i отдельными транспортными средствами (i) участка дороги произвольной длины l , задаваемой измерителем, и последующего расчета по этим данным их скорости движения v_i ($v_i = l / t_i$).

Измерение эквивалентного и максимального уровней звука следует проводить интегрирующими-усредняющими шумомерами, а измерение уровня звукового воздействия – интегрирующими шумомерами 1-го или 2-го класса по ГОСТ 17187. Допускается применение комбинированных измерительных систем, в том числе автоматических, соответствующих техническим требованиям к шумомерам 1-го или 2-го класса по ГОСТ 17187.

Перед проведением измерений шумовых характеристик транспортных потоков следует определить метеорологические условия (скорость ветра, температуру воздуха, влажность, атмосферное давление) по официальным данным метеослужбы либо с помощью соответствующих средств измерений.

Места для проведения измерений шумовых характеристик автотранспортных потоков следует выбирать на прямолинейных участках улиц и автомобильных дорог с установившейся скоростью движения автотранспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта.

Измерения следует проводить на участках улиц и автомобильных дорог с чистой и сухой поверхностью проезжей части.

При проведении измерений шумовых характеристик автотранспортного потока, в состав которого могут входить легковые и грузовые автомобили, автопоезда, автобусы, троллейбусы, трамваи, мотосредства (мотоциклы, мотороллеры, мопеды, мотовелосипеды), а также другие виды транспортных средств, измерительный микрофон должен располагаться на расстоянии $7,5 \pm 0,2$ м от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств и на высоте $1,5 \pm 0,1$ м от уровня покрытия проезжей части или головки рельса трамвайного пути.

В условиях стесненной застройки при невозможности расположения измерительного микрофона на расстоянии $7,5 \pm 0,2$ м допускается располагать измерительный микрофон на меньшем расстоянии, но не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, отражающих звук. При этом в протоколе измерения должно быть указано фактическое расстояние от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств, на котором располагался измерительный микрофон, а также расстояние от измерительной точки до ближайшего препятствия за ней.

В случае расположения улицы или автомобильной дороги в выемке измерительный микрофон следует устанавливать на бровке выемки на высоте $1,5 \pm 0,1$ м над уровнем бровки.

При прохождении автомобильной дороги в тоннеле или галерее измерения шумовых характеристик не проводятся.

Продолжительность периода измерения шумовых характеристик автотранспортного потока, в состав которого могут входить автотранспортные средства различного вида (в частности, легковые и грузовые автомобили, общественный транспорт), зависит от интенсивности движения потока. Измерение продолжают до тех пор, пока не произойдет стабилизация показаний измерительного прибора в пределах выбранной точности измерений, которая должна быть не хуже $\pm 0,5$ дБА но и при этом продолжительность измерения должна быть не менее 5 мин.

При неинтенсивном движении автотранспорта, например в ночное время при одиночных проездах автотранспортных средств, продолжительность периода измерений шумовых характеристик автотранспортного потока должна охватывать проезд двух основных групп транспорта, одна из которых включает в себя не менее 30 легковых автомобилей, а другая – грузовые автомобили, автобусы и общественный транспорт (суммарно не менее 30 транспортных средств). При этом вместо прямого измерения эквивалентного уровня звука L_{Aeq} автотранспортного потока допускается измерение уровней звукового воздействия A при проездах легковых L_{EAL} , грузовых L_{EAGP} автомобилей, автобусов L_{EAA} , троллейбусов L_{EATP} и мотоциклов L_{EAMOTO} . Одновременно измеряются и максимальные уровни звука L_{Amax} этих транспортных средств.

Измеренные значения уровней звукового воздействия A арифметически усредняют по видам транспорта и рассчитывают эквивалентный уровень звука автотранспортного потока за временной интервал наблюдения T .

Если расстояние от точки измерения до ближайшей вертикальной или наклонной поверхности (например, стена здания, забор, экран и т. п.) не превышает 2,5 м, то результаты измерений шумовой характеристики транспортного потока следует уменьшить на 3 дБ (дБА) для исключения влияния отражения звука от отражающей поверхности.

Результаты измерения шумовой характеристики транспортного потока и данные по его составу, интенсивности и скорости движения должны быть представлены в виде протокола. В протоколе приводится также описание места измерения, расстояния и другие геометрические параметры, данные о продолжительности измерений и иные сведения.

Протокол измерения шумовой характеристики транспортного потока

1. Наименование организации, проводившей измерения.
2. Дата и время проведения измерения.
3. Место проведения измерения.
4. Схематический ситуационный план участка измерений.
5. Поперечный разрез участка измерений.
6. Характеристика автомобильной дороги:
 - одно или два направления движения автотранспорта;
 - количество полос движения в каждую сторону, наличие трамвайных путей;
 - наличие или отсутствие разделительной полосы, ее ширина;
 - наличие боковых проездов, их ширина, расстояние от основной дороги.
 - тип покрытия проезжей части (асфальтобетон, цементобетон или др.);
 - расположение дороги – на ровной территории, в выемке, на насыпи;
 - продольный уклон проезжей части.
7. Средства измерений (наименование, тип, заводской номер, сведения о поверке средств измерений).
8. Методика проведения измерений.
9. Данные о метеоусловиях при проведении измерений: скорость ветра, температура, относительная влажность воздуха, атмосферное давление.
10. Продолжительность проведения измерений.
11. Эквивалентный и максимальный уровни звука в дБА.
12. Таблица с результатами измерения шумовых характеристик (табл. 6.1).
13. Заключение по результатам измерений.
14. Приложения.
15. Должности, фамилии, инициалы и личные подписи лиц, проводивших измерения.

Протокол должен быть подписан руководителем организации (испытательной лаборатории), выполнившей измерения.

Таблица 6.1

Результаты измерений шумовых характеристик
автотранспортного потока и определения
расширенной неопределенности измерений
эквивалентного уровня звука автотранспортного потока

Место измерения –
Дата и время измерения –

Количество автотранспортных средств по видам в потоке за временной интервал наблюдения $T = \dots$							Шумовая характеристика потока за временной интервал наблюдения $T = \dots$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Легковые автомобили	Грузовые автомобили, автомобили-тягачи и автопоезда	Автобусы	Троллейбусы	Мотоциклы, мотороллеры, мопеды и мотовелосипеды	Другие виды автотранспортных средств, неуказанные в столбцах 1–5	Средняя скорость движения автотранспортного потока, км/ч	Эквивалентный уровень звука $L_{Aeq\text{ пот}}$, дБА	Максимальный уровень звука $L_{A\text{max}\text{ пот}}$, дБА

Лабораторная работа № 7
**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПАСПОРТА
ПРЕДПРИЯТИЯ И РАЗДЕЛА ПРОЕКТА
«ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ»**

Инструкция о порядке ведения экологического паспорта предприятия, утвержденная постановлением Минприроды Республики Беларусь от 07.06.2013 № 25.

Инструкция устанавливает порядок ведения экологического паспорта предприятия, а также устанавливает субъектов, обязанных вести паспорт, сроки его заполнения, особенности ведения при арендных отношениях, при передаче объектов в пользование и т. д.

Экологический паспорт используется для:

- комплексного учета используемых природных и вторичных материальных ресурсов;
- осуществления государственного и производственного контроля за соблюдением юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями требований в области охраны окружающей среды;
- определения уровня влияния производства на окружающую среду;
- для подготовки заявления на выдачу комплексных природоохранных разрешений.

При разработке экологического паспорта используются проектные сведения и эксплуатационные данные за календарный год, предшествующий году составления. Проектные сведения не вносятся в экологический паспорт только в случае их отсутствия, при этом в соответствующих графах ставится прочерк (тире).

В таблицах, содержащих годовые значения, допускается увеличение количества граф или строк в зависимости от табличной формы. В состав экологического паспорта включается лист регистрации изменений.

Структура экологического паспорта предприятия.

Согласно СТБ 17.01.00-01-2012 экологический паспорт включает в себя следующие разделы:

- титульный лист;
- разделы;
- общие сведения о природопользователе;

- производственную характеристику природопользователя;
- охрана атмосферного воздуха;
- использование земельных ресурсов;
- водопотребление и водоотведение;
- обращение с отходами производства;
- сведения о транспорте предприятия;
- мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды;
- программа осуществления производственного аналитического контроля и (или) локального мониторинга в области охраны окружающей среды;
- картографический материал.

В разделе «Общие сведения о природопользователе» приводятся общие сведения о природопользователе, реализованные им проектные решения, данные о месторасположении производственных площадок и другая информация.

Вид (виды) деятельности предприятия приводят в соответствии с ОКРБ 005-2011, при этом в таблице указывают код и наименование группировки. Категория объекта воздействия на атмосферный воздух определяется в соответствии с требованиями Инструкции от 29 мая 2009 г. № 30 и приводится в акте инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, составленном в соответствии с Инструкцией от 23 июня 2009 г. № 42. При внедрении на предприятии системы управления окружающей средой, сертифицированной в соответствии с СТБ ИСО 14001, указывают дату и номер сертификата соответствия. Если система не внедрена, ставится прочерк (тире). Если предприятие включено в отраслевой план по сертификации, допускается указывать «планируется внедрить с 20__ года». Не указываются сертификаты соответствия, срок действия которых истек и его продление не предусматривается. При отсутствии на предприятии производственной аналитической лаборатории ставится прочерк (тире), при наличии – указывается название лаборатории. Если лаборатория имеет аттестат аккредитации, приводят номер, дату выдачи и срок действия аттестата. При осуществлении (отсутствии) лицензируемых видов деятельности, связанных с воздействием на окружающую среду (обращение с озоноразрушающими веществами, использование отходов 1–3 классов опасности, обезвреживание, захоронение отходов) указывают номер

специального разрешения (лицензии), срок действия лицензии и лицензируемый вид деятельности, при отсутствии – ставят прочерк (тире). При наличии разрешений на изъятие диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, из среды их обитания и произрастания указывают номер, дату выдачи, срок действия и орган выдачи, при отсутствии – ставят прочерк (тире). В таблице указывают базовый размер санитарно-защитной зоны и размер зоны воздействия. В случае наличия проекта санитарно-защитной зоны приводится установленный расчетный размер санитарно-защитной зоны: минимальное и максимальное расстояния от крайнего организованного источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, при наличии неорганизованных источников – от ограждения предприятия. При ведении предприятием локального мониторинга в таблице делается запись «осуществляется» в зависимости от вида оказываемого вредного воздействия на окружающую среду. В случае отсутствия локального мониторинга ставится прочерк (тире).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности. – ЭкоНиП 17.01.06-001-2017.
2. Рекомендации по оценке воздействия на окружающую среду проектных решений по строительству и реконструкции автомобильных дорог. – ДМД 02191.3.011-2007.
3. Управление окружающей средой. Оценка экологической эффективности. – СТБ ИСО 14031-2003.
4. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению экологических изысканий». – ГОСТ 32847-2014.
5. Охрана окружающей среды и природопользование. Система стандартов в области охраны окружающей среды и природопользования. – СТБ 17.00.00-01-2008.
6. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт. – ТКП 17.08-01-2006.
7. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах. ТКП 17.08-03-2006.
8. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. – ГОСТ 20444-2014 Шум.
9. Дороги автомобильные общего пользования. Проектная документация. Состав и содержание. – ТКП 603-2017.
10. Рекомендации по охране окружающей среды в организациях дорожного хозяйства. – ДМД 33200.009-2020.
11. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух. Методы определения скорости и расхода газов, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов. – СТБ 17.08.05-02-2016.
12. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух. Методы определения давления и температуры газов, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов. – СТБ 17.08.05-03-2016.
13. Методика выполнения измерений с использованием газоанализаторов с электрохимическими датчиками – МВИ. МН 1003-2017.
14. Методика выполнения измерений концентрации твердых частиц (пыли) в выбросах от стационарных организованных источников гравиметрическим методом. – МВИ. МН 4514-2012.
15. Охрана окружающей среды и природопользование. Экологический паспорт предприятия. Основные положения. – СТБ 17.01.00-01-2012.

Учебное издание

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ

Практикум
для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Составители:

КУПРИЯНЧИК Анатолий Антонович
СОБОЛЕВСКАЯ Светлана Николаевна
ХОДАН Елена Петровна

Редактор *В. И. Акуленок*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 26.11.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 3,09. Тираж 100. Заказ 998.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.